



EL LLEGAT DE GALILEU

ENTREVISTA AMB ELS ASTRÒNOMS JUAN FABREGAT, JOSÉ MARÍA MARTÍ I JON MARCAIDE

per Manel Perucho

Els treballs de Galileu amb el telescopi van inaugurar una nova època per a l'astronomia i per a la ciència en general. En el quatre-centè aniversari d'aquesta fita conversem amb tres astrònoms de la Universitat de València: Juan Fabregat, director de l'Observatori Astronòmic; Juan María (Jon) Marcaide, catedràtic i membre numerari de la Real Academia de Ciencias, i José María Martí, director del departament d'Astronomia i Astrofísica. Aquests tres professors, científics reconeguts als seus camps respectius, ens parlen de l'actualitat de l'astrofísica i la cosmologia tant a la Universitat de València com en l'àmbit internacional, així com dels grans descobriments d'aquesta ciència en els darrers anys. Les troballes més importants que ens esperen en el futur i qüestions tan actuals com la recerca de vida intel·ligent a l'univers no falten tampoc en aquesta conversa on tots tres es mostren unànimes respecte a la importància de la figura de Galileu i al seu llegat, que ha perdurat fins als nostres dies.

Manel Perucho. Investigador del Departament d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València.

Com veuen la situació de l'astronomia en l'actualitat?

JOSÉ MARÍA MARTÍ: Jo la veig en un moment de gran creixement. Els avenços tècnics s'han succeït amb gran rapidesa en els darrers vint-i-cinc anys: el desenvolupament dels grans telescopis òptics i l'observació des de l'espai amb el Hubble, el desplegament de la radiointerferometria, la conquesta dels dominis de raigs X i gamma, l'exploració de l'univers primitiu amb el satèl·lit COBE (Cosmic Background Explorer) i ara amb Planck, l'exploració del Sistema Solar... Les observacions derivades de tots aquests avenços plantegen contínuament nous problemes que impulsen el desenvolupament de models teòrics cada vegada més complets.

JUAN FABREGAT: Sí, és una de les ciències que més està avançant i aportant descobriments espectaculars. Això és degut al fet que està molt lligada al progrés de la tecnologia: nous instruments, telescopis i els grans ordinadors per a les investigacions teòriques. Esperem que en els pròxims anys continue així.

JON MARCAIDE: M'agradaria dir també que l'astronomia espanyola està millor que abans: Hi ha més astrònoms, més mitjans i és més competitiva internacionalment. En altres paraules, l'astronomia espanyola s'incorpora a les pautes de progrés de l'astronomia internacional.

J. M. MARTÍ: Sí, l'entrada, el 2007, d'Espanya en l'ESO (Observatori Europeu Austral) i l'imminent inici d'operacions del Gran Telescopi de Canàries en l'Observatori de La Palma són dos exemples del que diu el professor Marcaide.

I més en particular, què pensen de la situació en la Universitat de València?

J. MARCAIDE: La veig discreta... Estem ben situats dins de l'astronomia espanyola. Podríem i hauríem d'haver arribat més avant, però és també cert que s'han fet bons passos, de manera que hi ha raons per a estar una mica satisfets i ser optimistes. Encara així, trobe que hi ha circumstàncies manifestament millorables. Per exemple, no crec que s'estiga utilitzant tot el potencial que hi havia i potser ens farien falta més sinergies per a ficar-nos en projectes de més calat.

J. FABREGAT: Jo crec que és prou bona en el moment actual. Hi ha grups d'investigació consolidats i amb prestigi internacional. La Universitat, i en particular el rector Francisco Tomás, ha mostrat el seu interès i sensibilitat per l'astronomia i prova d'això és el desenvolupament de l'Observatori Astronòmic en els últims deu anys. En conjunt, la Universitat és un centre d'investigació de referència a Espanya.

«L'ASTRONOMIA ÉS UNA DE LES
CIÈNCIES QUE MÉS ESTÀ AVANÇANT
I APORTANT DESCOBRIMENTS
ESPECTACULARS. AIXÒ ÉS DEGUT
AL FET QUE ESTÀ MOLT LLIGADA AL
PROGRÉS DE LA TECNOLOGIA»

(JUAN FABREGAT)



J. M. MARTÍ: Per la meua part, afegiria que l'existència d'un departament d'Astronomia i Astrofísica ha estat molt important per consolidar aquesta branca del coneixement en la Universitat, la qual cosa no vol dir que no tinguem problemes... L'encotillament que pateixen els grups d'investigació en els departaments universitaris, la dificultat de trobar un lloc per a l'astronomia en els successius plans d'estudi, o la falta de flexibilitat per a organitzar els estudis de postgrau són alguns d'aquests problemes.

J. FABREGAT: Sí i, pel que fa a les perspectives de futur, sóc pessimista per la dificultat d'incorporar-hi joves científics. En la nostra universitat, la incorporació de nou personal es fa exclusivament amb criteris docents. Si no es posa algun remei a aquesta circumstància, els grups d'astronomia acabaran desapareixent en un termini no molt llarg.

Professor Fabregat, quin paper representa l'Observatori en la divulgació de l'astronomia?

J. FABREGAT: La divulgació és un dels pilars de l'activitat de l'Observatori Astronòmic, juntament amb la docència i la investigació. Tenim diversos projectes en marxa de divulgació i de comunicació de la ciència que arriben a uns quants milers de persones tots els anys. Per això creiem que fem una labor important en aquest aspecte.

Professor Martí, quin paper té el departament d'Astronomia i Astrofísica en la docència i investigació de l'astronomia?

J. M. MARTÍ: Com he comentat abans, l'existència d'un departament que aglutine els professors i investigadors de l'àrea ha estat i és fonamental per a la consolidació i el desenvolupament de l'astronomia en la Universitat. En quinze anys, el nostre s'ha convertit en un dels departaments d'astronomia de referència de l'estat. Té mitja dotzena de grups d'investigació ben establerts treballant en camps tan variats com l'astrofísica extragalàctica, la cosmologia, l'astrofísica relativista, l'astronomia observacional (principalment òptica i ràdio), la relativitat... No obstant això, és difícil



«L'ASTRONOMIA TÉ UN DEUTE IMPAGABLE AMB GALILEU, PERÒ TAMBÉ LA FÍSICA. LES CIÈNCIES FÍSQUES, EN LA MANERA MODERNA DE VEURE LA CIÈNCIA, ARRANQUEN AMB GALILEU»

(JON MARCAIDE)

competir amb els grans instituts d'investigació com l'Institut de Astrofísica de Canarias o l'Institut de Astrofísica de Andalusia.

Amb motiu de l'Any Internacional de l'Astronomia, el professor Marcaide va organitzar un congrés a Madrid amb el títol: «Hereus de Galileu: fronteres de l'astronomia». Què ens en pot explicar?

J. MARCAIDE: Si s'han fet moltes coses més amb motiu de l'Any de l'Astronomia, i em consta que ben fetes, i encara queden alguns actes. Tot i que no he seguit amb atenció tot el que ha succeït, sembla que l'experiència ha estat molt satisfactòria i que mai no hi ha hagut una mobilització de l'astronomia tan gran com l'actual. Jo he volgut posar-hi el meu gra d'arena organitzant un simposi, amb la Real Academia de Ciències i la Fundació Ramón Areces, que es va celebrar el passat mes d'octubre, on la divulgació va anar a càrrec dels creadors. Els divuit conferencians que hi vaig invitar han fet aportacions molt importants a l'astronomia. Una desena

d'ells ha fet els primers descobriments en un camp determinat, o són líders dels majors esforços actuals en temes com ara telescopis gegants. La meua experiència és que quan els científics parlen en primera persona del que coneixen íntimament, i n'han estat els creadors, potser no ixen els detalls del que està passant en l'últim moment, però tenen una màgia especial. Estic satisfet perquè tot va eixir molt bé. Estem considerant què fer amb les filmacions que s'hi realitzaren.

Quines consideren que han estat les fites més importants de l'astronomia en els darrers anys?

J. MARCAIDE: No és una pregunta fàcil de contestar. Forçat a contestar breument, jo destacaria dos aspectes. Un és el descobriment dels exoplanetes. Un altre, el descobriment de l'expansió accelerada de l'univers. Aquests dos sobreixen sobre molts altres que són molt importants però que potser sembla que no obren en la ment de l'astrònom tantes perspectives com aquests dos.

J. FABREGAT: És veritat que en són molts i és difícil extraure'ls. Coincidesc amb el professor Marcaide en



aquests dos punts, però hi afegiria, en el camp de la cosmologia, l'estudi de la radiació de fons de microones, que ens mostra que el nostre coneixement global de l'univers és encara molt incomplet, i, en el camp de l'astrofísica, el millor coneixement del límit de masses en la formació estel·lar. Se sap que, a banda dels estels més petits, es formen altres objectes que són menys massius, però com que en són molts, podrien representar una contribució important al contingut de matèria en l'univers. Respecte als planetes, ja hi ha unes quantes desenes de planetes de tipus terrestre descoberts.

J. M. MARTÍ: Compartesc l'opinió dels professors Fabregat i Marcaide, però m'agradaria ressaltar també l'impacte que ha tingut la supercomputació en l'avenç de l'astronomia. La nostra comprensió de l'evolució de

**«LES CONDICIONS PERQUÈ
ES DONEN QUÍMIQUES
DE VIDA BÀSICA ES
PODEN DONAR EN
MOLTS LLOCS. D'ACÍ AL
DESENVOLUPAMENT DE
VIDA INTEL·LIGENT HI HA UN
ABISME. I ACÍ SEGURAMENT
ELS BIÒLEGS TENEN MOLT
MÉS A DIR»**

(JON MARCAIDE)

l'univers, la formació de galàxies, les explosions de supernova o els esclats de raigs gamma són, en gran manera, el resultat del desenvolupament de simulacions numèriques.

Quins reptes ens esperen en els pròxims anys?

J. MARCAIDE: Un repte deriva d'una d'aquestes línies: trobar exoplanetes semblants a la Terra, amb condicions d'habitabilitat. Pense que aquest punt serà potser realitzable en una escala de deu o vint anys. Quant a la determinació de l'ex-

pansió de l'univers, trobe que l'estudi de l'univers jove ens pot oferir moltes sorpreses. I segurament alguns dels paradigmes que tenim ara tornen a corregir-se.

J. FABREGAT: Sí, els reptes tenen molt a veure amb els punts anteriors. En cosmologia hauríem de completar



**«ELS AVENÇOS TÈCNICS EN ASTRONOMIA
S'HAN SUCCEÏT AMB GRAN RAPIDESA
I LES OBSERVACIONS QUE HAN
PERMÈS PLANTEGEN CONTÍNUAMENT
NOUS PROBLEMES QUE IMPULSEN EL
DESENVOLUPAMENT DE MODELS TEÒRICS
CADA VEGADA MÉS COMPLETS»**

(JOSÉ MARÍA MARTÍ)

el model, necessitem conèixer quin és el contingut de l'univers, no deixar-ho tot en mans d'aquella energia fosca que omple el 70% de l'univers i encara no sabem el que és. És un repte molt important aproximar-se a la seua naturalesa per saber les raons de l'expansió accelerada.

J. M. MARTÍ: Hi ha una constant en astronomia (m'atreviria a dir que en ciència) i és que rares vegades es resol un problema per complet. L'única cosa que fan els descobriments és desplaçar lleugerament la frontera del nostre coneixement. Així doncs, continuem tenint grans reptes en totes les àrees. Com apuntaven els professors Fabregat i Marcaide, en cosmologia tenim un model que explica molt bé l'estructura actual de l'univers però que té els peus de fang. El satèl·lit Planck aportarà dades molt interessants en aquest camp. L'astrofísica d'ones gravitatòries, predites per la teoria de relativitat general, és un altre camp emergent en què podrien produir-se resultats en la pròxima dècada. Les ones gravitatòries produïdes en el col·lapse d'estels massius o col·lisions d'estels de neutrons o forats negres podrien detectar-se en qualsevol moment i ens obririen una nova finestra a l'univers. També hi ha reptes instrumentals: l'astrofísica d'energies ultraaltes, els telescopis òptics gegants, la interferometria òptica, la segona generació de radiointerferometria des de l'espai... Finalment, hi ha problemes teòrics clàssics, com el mecanisme d'explosions de supernova per col·lapse, el de producció d'esclats de raigs gamma i dolls en general (en nuclis actius de galàxies, en microquàsars)... Són problemes complexos que necessiten la combinació de gravetat, hidrodinàmica, camps magnètics, radiació, i que, a més, involucren moltes escales, tant d'espacials com de temporals.

Alguns biòlegs, tal com ens mostra Juli Peretó en aquest monogràfic, opinen que la probabilitat que hi haja vida intel·ligent en l'univers no és tan alta com pregonem els astrofísics. Quina és la seua opinió?

J. FABREGAT: Res no sembla indicar que l'evolució que hi ha hagut en la Terra siga un fenomen que depenga de la casualitat o que siga molt improbable. Ens falta molt per conèixer sobre l'origen de la vida i el desenvolupament de la intel·ligència, però les bases orgàniques hi són pertot arreu. El carboni és molt abundant i l'aigua és la segona molècula més abundant de l'univers. Se n'està trobant en planetes, núvols moleculars, galàxies llunyanes... Sabem que hi ha planetes com la Terra en grans quantitats, en Tità s'ha trobat química com la prebiòtica de la Terra. Potser un biòleg tinga una opinió més autoritzada, però cap dels ingredients que en la Terra han donat lloc a l'aparició de vida intel·ligent és

un ingredient estrany o extraordinari. Per tant, si a la Terra s'ha desenvolupat vida intel·ligent, el més normal és que en altres llocs hi haja hagut una evolució semblant a partir dels mateixos ingredients inicials.

J. MARCAIDE: A mi em sembla sensata l'opinió de Peretó. No és un tema que haja estudiat a fons, però crec que les condicions perquè es donen químiques de vida bàsica es poden donar en molts llocs. A la marxa dels descobriments d'exoplanetes que tenim, que en aquests moments comptabilitza 420, i les condicions d'habitabilitat a què molts d'ells deuen estar ja molt pròxims, es pot esperar un tipus de vida molt bàsica. D'ací al desenvolupament de vida intel·ligent, allò que la gent en diu *vida*, hi ha un abisme. I ací segurament els biòlegs tenen molt més a dir que nosaltres. A més, pot haver-hi vida sustentada no sols en el carboni i l'oxigen, com en el nostre cas, sinó sobre altres elements, com el sulfur. Però aquesta química potser no dóna lloc a vida intel·ligent. És un tema de gran calat...

Què ha significat Galileu per a l'astronomia i per a la ciència en general?

J. MARCAIDE: Potser hi ha moltes opinions sobre els qui són els científics més influents en la ciència, i en concret en la física, però jo sempre he pensat que Galileu es troba per damunt de tots els altres. No és casualitat que la meua conferència es titule «Hereus de Galileu: fronteres de l'astronomia». De fet, fa més de deu anys vaig fer unes conferències amb el títol: «L'herència de Galileu». L'astronomia té un deute impagable amb Galileu, però també la física. Sense menysprear cap físic posterior, amb talla de geni, en realitat les ciències físiques, en la manera moderna en què es veu la ciència, arranquen amb Galileu, amb la seua manera de mirar les coses, una combinació de teoria i experimentació. En aquest sentit, el seu llegat és incommensurable i dóna lloc al naixement de la ciència moderna. Per tant, no estem celebrant només els quatre-cents anys del primer apuntament a un cos celeste amb el telescopi, sinó



«GALILEU VA SER EL PRIMER QUE VA TENIR EN COMPTE QUE EL MODEL I LES OBSERVACIONS HAN DE COINCIDIR. CAL CONSIDERAR-LO COM EL VERTADER PRECURSOR DE LA CIÈNCIA MODERNA»

(JUAN FABREGAT)

també l'aniversari del naixement de la ciència (física) moderna.

J. M. MARTÍ: Galileu representa una revolució: va defensar l'experimentació com el camí per a conèixer la naturalesa i demostrar que els cossos celestes no són perfectes, com pretenia la teologia del seu temps. Així, va convertir els cossos celestes en objecte d'investigació i l'astronomia en ciència experimental, l'astrofísica. Aquest canvi revolucionari en la manera d'interpretar i descriure la realitat, que va trencar les barreres del pensament humà en el segle XVII, és l'aportació més important de l'astronomia al desenvolupament de la humanitat. I això, ni més ni menys, es personifica en Galileu.

J. FABREGAT: Sí, Galileu representa un paper crucial, més que pel fet de les seues observacions telescòpiques, per la conclusió que va traure de les seues observacions. Va descobrir els satèl·lits de Júpiter o les muntanyes de la Lluna, però la clau de la seua figura és que va saber veure la importància d'aquests descobriments a l'hora de superar el dogma aristotèlic i entrar plenament en la nova

ciència. Va ser el primer científic modern perquè va unir la tradició de la cosmologia matemàtica i de l'astronomia observacional. Abans, aquestes disciplines eren completament dividides. Ptolemeu tenia el seu model, però aquest model predeia, per exemple, que la grandària aparent de la Lluna havia de variar en un factor 2, i això no ocorria, però a Ptolemeu tant li feia. Ell només volia un model per predir la posició de la Lluna. Galileu va ser el primer que va tenir en compte que el model i les observacions han de coincidir, va insistir en el fet que el que s'havia de modelitzar era la realitat. Més que l'anècdota de ser el primer que va mirar Júpiter amb el telescopi, cal considerar-lo com el vertader precursor de la ciència moderna. ☺

Manel Perucho. Investigador del Departament d'Astronomia i Astrofísica. Universitat de València.